

PAT-NO: JP403295547A  
DOCUMENT-IDENTIFIER: JP 03295547 A  
TITLE: HEAD MEMBER OF ULTRASONIC PROBE  
PUBN-DATE: December 26, 1991

INVENTOR-INFORMATION:  
NAME  
SAKAMOTO, YASUHIRO  
SATO, YUKIO  
KIMOTO, YUZO  
WAKABAYASHI, KATSUHIRO

ASSIGNEE-INFORMATION:  
NAME COUNTRY  
TOSHIBA CERAMICS CO LTD N/A

APPL-NO: JP02098448  
APPL-DATE: April 13, 1990

INT-CL (IPC): A61B008/00, G01N029/24 , H04R017/00

US-CL-CURRENT: 600/459

ABSTRACT:

PURPOSE: To improve the characteristics of the ultrasonic probe by consisting a 1st acoustic matching layer of a synthetic resin and spherical alumina powder and incorporating the spherical alumina powder which has the diameter of the min. circumscribed circle ranging from 15 to 35 $\mu$ m and  $\leq$ 5 $\mu$ m difference between the max. inscribed circle and the min. circumscribed circle at  $\geq$ 75wt.% of the total alumina powder into the synthetic resin.

CONSTITUTION: The 1st acoustic matching layer 5 is produced by using the spherical alumina powder having a grain size distribution (16 to 32 $\mu$ m),

$20\mu$ ; nominal grain size and  $3\mu$ m difference between the max. inscribed circle and the min. circumscribed circle as a filler, mixing this powder with an epoxy resin at a mixing ratio of the epoxy resin: the spherical alumina powder = 20:80wt.% and defoaming the mixture. The viscosity is low and the mixing and defoaming are well executed as the grain size is as large as 16 to  $32\mu$ m and is small in fluctuation and as the shape is  $3\mu$ m in difference between the max. inscribed circle and the min. circumscribed circle and is nearly spherical. The 1st acoustic matching material 12 is cast into the recessed surface of a piezoelectric oscillator 1. The spherical alumina powder settles substantially in a cured state. The acoustic impedance obtd. by the product of the sp. gr. and the ultrasonic propagation rate is 11 to  $13 \times 10^6$  kg/m<sup>2</sup> s and nearly symmetrical frequency spectrum shapes are obtd. at both ends of a central frequency in the broad frequency range without possessing ripples.

COPYRIGHT: (C)1991,JPO&Japio

## ⑫ 公開特許公報(A)

平3-295547

⑤ Int. Cl.<sup>5</sup>

識別記号

庁内整理番号

④ 公開 平成3年(1991)12月26日

A 61 B 8/00  
G 01 N 29/24  
H 04 R 17/00

3 3 0 J

9052-4C  
6928-2J  
7350-5H

審査請求 未請求 請求項の数 1 (全6頁)

⑬ 発明の名称 超音波プローブのヘッド部材

⑰ 特 願 平2-98448

⑱ 出 願 平2(1990)4月13日

- ⑲ 発 明 者 坂 本 安 弘 千葉県東金市小沼田字戌開1573-8 東芝セラミックス株式会社東金工場内
- ⑲ 発 明 者 佐 藤 幸 夫 千葉県東金市小沼田字戌開1573-8 東芝セラミックス株式会社東金工場内
- ⑲ 発 明 者 木 本 雄 三 千葉県東金市小沼田字戌開1573-8 東芝セラミックス株式会社東金工場内
- ⑲ 発 明 者 若 林 勝 裕 千葉県東金市小沼田字戌開1573-8 東芝セラミックス株式会社東金工場内
- ⑲ 出 願 人 東芝セラミックス株式会社 東京都新宿区西新宿1丁目26番2号
- ⑲ 代 理 人 弁理士 高 雄 次 郎

## 明 細 書

## 〔従 来 の 技 術〕

## 1. 発明の名称

超音波プローブのヘッド部材

## 2. 特許請求の範囲

- 1) 表面に第1及び第2音響整合層、裏面にバックリング層を有する同軸ケーブル付圧電振動子をリング状内ケース内に保持固定し、このリング状内ケースを金属製外ケースに収納しエポキシ接着剤にて固定して成る超音波プローブにおいて、前記第1音響整合層が合成樹脂と球状アルミナ粉から成り、球状アルミナ粉の最小外接円の直径が15～35 $\mu$ mの範囲で且つ最大内接円と最小外接円の差が5 $\mu$ m以下のものが全アルミナ粉中の75wt%以上であることを特徴とする超音波プローブのヘッド部材。

## 3. 発明の詳細な説明

〔産業上の利用分野〕

本発明は、超音波診断装置に使用する超音波プローブのヘッド部材に関する。

超音波診断装置は、人体の病巣などを画像化できることを特長として診断に広く利用されており、超音波プローブはこのような超音波診断装置に接続され、被検体の情報を得るために用いられている。被検体の情報は、超音波プローブのビームを走査し、病巣からの反射パルスエコーの感度と時間差で得られる。また近接する病巣を区別するには分解能が高いことが望ましく、エコーとしては感度が高く、ダンピングが速いものが良いとされている。関連して、周波数スペクトラム特性としては比帯域が大きいものが望ましい。

上述の性能を達成するため構成要素に工夫をこらしている従来の超音波プローブを第1図によって説明すると、1は中心周波数2.5MHzを目標とする厚さで直径18mmの圧電振動子で、リング状内ケース2の開口段部2aにエポキシ接着剤3を介して嵌着固定されている。この圧電振動子1の表面は被検体との音響的整合をとり感度向上及びダンピングの高速化を図るために凹面にしてあり、

その凹面に設けた電極4に圧電振動子1側より第1音響整合層5、第2音響整合層6を形成してある。また圧電振動子1及び第1・第2音響整合層5、6は対象部位(人体の病巣)の深度に応じた曲率の凹形状としてある。前記2層の音響インピーダンスは、第1音響整合層5が $7.5 \sim 8.5 \times 10^6 \text{ kg/m}^2 \cdot \text{s}$ 、第2音響整合層6が $3 \times 10^6 \text{ kg/m}^2 \cdot \text{s}$ とし、各々 $1/4$ 波長の厚さにしてある。ここで第1音響整合層5は、エポキシ樹脂にフィラーとしてアルミナ粉を用い、エポキシ樹脂で混合した懸濁状の混合物、第2音響整合層6はエポキシ樹脂を使用していた。前記圧電振動子1の裏面(凸面)に設けた電極<sup>4</sup>には電氣的信号を取り出すため同軸ケーブル7を半田付けし、且つリング状内ケース2内にて反射パルスエコーのダンピングを図るため及び裏面超音波・径方向振動を抑制するため、合成樹脂: タングステン粉=25:75wt%の混合物で、音響インピーダンスが $5 \sim 8 \times 10^6 \text{ kg/m}^2 \cdot \text{s}$ 、減衰率が約10dB/mmのバックニング層8を形成している。リング状内ケー

プローブヘッドとして周波数スペクトラム形状が、第2図に示すようにリップル(両肩が張っている)を有する形状となる。

一般には帯域が広い周波数スペクトラムの方が良いとされているが、プローブに組立て、超音波診断に用い人体の病巣の画像を見た場合、リップルを有する周波数スペクトラム形状の方が不鮮明であった。

そこで本発明は、リップルを有しない広帯域且つ中心周波数の両側にはほぼ対称的な周波数スペクトラム形状が得られ、超音波プローブ特性を向上できる超音波プローブのヘッド部材を提供しようとするものである。

〔課題を解決するための手段〕

上記課題を解決するための本発明の超音波プローブのヘッド部材は、表面に第1及び第2音響整合層、裏面にバックニング層を有する同軸ケーブル付圧電振動子をリング状内ケース内に保持固定し、このリング状内ケースを金属製外ケースに収納しエポキシ接着剤にて固定して成る超音波プ

ス2は機械的支持、保護のためアルミニウム製外ケース9に収納し、エポキシ接着剤10にて固定している。

〔発明が解決しようとする課題〕

ところで、上記従来の超音波プローブは、第1音響整合層5のフィラーであるアルミナ粉は、粒径が細かく、ばらつきも大きく、形状もまちまちのため、エポキシ樹脂との混合の際、粘性が高く、脱泡が不足し、注型の際に気泡が閉じ込められる。従って、第1音響整合層5は比重が低く、超音波伝達速度も低いため、比重と超音波伝達速度の積で求められる音響インピーダンスは $7.5 \sim 8.5 \times 10^6 \text{ kg/m}^2 \cdot \text{s}$ 程度で、安定した超音波プローブ特性が得られなかった。

また、第1音響整合層5の材料としては、エポキシ樹脂とアルミナ粉のほかに、石英ガラス或いは水晶ガラスがあり、これらによる音響整合層の音響インピーダンスは各々 $14 \times 10^6 \text{ kg/m}^2 \cdot \text{s}$ 、 $14.5 \times 10^6 \text{ kg/m}^2 \cdot \text{s}$ であった。

しかしながら、ガラス製の音響整合層の場合、

ローブにおいて、前記第1音響整合層が合成樹脂と球状アルミナ粉から成り、球状アルミナ粉の最小外接円の直径が $15 \sim 35 \mu\text{m}$ の範囲で且つ最大内接円と最小外接円の差が $5 \mu\text{m}$ 以下のものが全アルミナ粉中の75wt%以上であることを特徴とするものである。

本発明の超音波プローブのヘッド部材において、球状アルミナ粉の最小外接円の直径を $15 \sim 35 \mu\text{m}$ とした理由は、 $15 \mu\text{m}$ 未満では球状アルミナ粉の沈降性が悪く、つまり合成樹脂とアルミナ粉の混合液としての粘性が高くなり、混合、脱泡が十分に行われなくなり、 $35 \mu\text{m}$ を超えるとアルミナ粉の充填密度が低くなり、低比重となって、所望の音響インピーダンスが得られなくなるからである。

また球状アルミナ粉の最大内接円と最小外接円の差を $5 \mu\text{m}$ 以下とした理由は、 $5 \mu\text{m}$ を超えるとアルミナ粉の分散性が悪く、単位体積当りの均一性が不十分となり、その結果アルミナ粉の不均一な構造の第1音響整合層となり、圧電振動子による超音波が不均一なものとなるからである。

さらに球状アルミナ粉の最大内接円と最小外接円の差が $5\mu\text{m}$ 以下のものを全アルミナ粉の75wt%以上とした理由は、75wt%未満ではアルミナ粉の分散性が悪く、単位体積当りの均一性が不十分となり、その結果アルミナ粉の不均一な構造の第1音響層となり、圧電振動子による超音波が不均一なものとなるからである。

#### 〔作 用〕

上記の如く本発明の超音波プローブのヘッド部材は、第1音響整合層のフィラーを球状アルミナ粉の最小外接円の直径が $15\sim 35\mu\text{m}$ の範囲で且つ最大内接円と最小外接円の差が $5\mu\text{m}$ 以下のものを全アルミナ粉中の75%以上含む球状アルミナ粉で構成しているので、第1音響整合層内の材質をほぼ均一に形成でき、合成樹脂との混合の際、粘性が低く、脱泡が十分に行われ、注型の際に気泡が閉じ込められることがなく、注型後球状アルミナ粉が沈降しながら硬化する。従って、比重が高く、超音波伝達速度も高い第1音響整合層が得られ、比重と超音波伝達速度の積で求められる音響

インピーダンスは $11\sim 13\times 10^6\text{ kg/m}^2\cdot\text{s}$ となり、リップルを有しない広帯域で中心周波数の両側にほぼ対称的な周波数スペクトラム形状が得られ、安定した超音波プローブ特性を実現できる。

また前記の如く合成樹脂と球状アルミナ粉との混合物は、粘性が低い為に混合が容易で、脱泡が積極的に行われ、注型時脱泡操作をする必要がないので、作業性が向上する。

尚、合成樹脂と球状アルミナ粉の混合比は25～15wt%：75～85wt%とするのが好ましい。その理由は球状アルミナ粉が75wt%未満では比重が低く所望のインピーダンスが得られず、また合成樹脂が25wt%を超えると、材料作製時に粘性が上がり、混合が不均一となり且つ脱泡ができなくなるからである。さらに球状アルミナ粉が85wt%を超え、合成樹脂が15wt%未満では硬化後の強度が不十分となるからである。

前記合成樹脂としては、エポキシ樹脂、ABC樹脂、ポリカーボネート及びガラス等のフィラーを含む合成樹脂等が用いられるが、好適のものとして

してはエポキシ樹脂である。

#### 〔実施例〕

本発明の超音波プローブのヘッド部材の一実施例を説明する。超音波プローブの第1音響整合層を除く構成要素及び構造は、第1図に示す従来の超音波プローブと同一であるので、その説明は省略する。第1音響整合層5の製作について説明すると、先ず第3図に示すような粒度分布( $16\mu\text{m}\sim 32\mu\text{m}$ )を有する公称粒径 $20\mu\text{m}$ で、最大内接円と最小外接円の差が $3\mu\text{m}$ である球状アルミナ粉をフィラーとし、エポキシ樹脂：球状アルミナ粉＝20：80wt%の混合比で混合し、脱泡して、第1音響整合材を作製した。この第1音響整合材の作製において、球状アルミナ粉はエポキシ樹脂との混合比が80wt%と高いが、従来より粒径が $16\mu\text{m}\sim 32\mu\text{m}$ と大きく且つばらつきが小さくなっている点、形状が最大内接円と最小外接円の差が $3\mu\text{m}$ で、ほぼ球状である点から、粘性が低く、混合、脱泡が良好に行われ、注型の際脱泡操作する必要がないので、作業性が向上する。次に第4図に示すように凹面

状の圧電振動子1をその外径に合致させたシリコンゴム型11に嵌合させて固定し、圧電振動子1の凹面に前記第1音響整合材12を注型した。注型後、 $60^\circ\text{C}$ の恒温槽で12～16時間放置し、球状アルミナ粉を沈降させながら硬化した。硬化した状態で球状アルミナ粉は殆んど沈降していた。

第1音響整合材12が硬化したことを確認してから、圧電振動子1をシリコンゴム型11から離型し、圧電振動子1と同様の凹面曲率で $1/4$ 波長に相当する厚さに調整する。こうして得た第1音響整合層の音響インピーダンスは、 $11\sim 13\times 10^6\text{ kg/m}^2\cdot\text{s}$ であり、またその断面組織は第5図a、bの走査型電子顕微鏡写真に見られるように層の上部と下部における球状アルミナ粉の分布が殆んど差がなく、均一になっていて、硬化時の球状アルミナ粉の沈降に何ら問題がないことが判る。

このような第1音響整合層を備えた超音波プローブのエコー波形を第6図に示し、周波数スペクトラム特性の代表的な例を第7図に示す。また下記の表1に製作したサンプルの特性値を示す。

表 1 実施例の特性値

No.	エコー波形			周波数スペクトラム		
	焦点距離 (mm)	減衰時間 ( $\mu$ sec)		感 度 (dB)	中心周波数 (MHz)	比帯域 (%)
		-20	-40			
1	70.5	1.9	3.4	-46.5	2.55	68.3
2	72.0	1.7	3.4	-47.2	2.50	67.7
3	70.5	1.6	3.4	-48.4	2.56	70.6
4	72.0	1.6	3.1	-46.5	2.51	67.5
5	71.3	1.7	3.4	-47.2	2.52	68.0

焦点距離：エコー振幅が最大となる水中での距離

減衰時間：エコー振幅が-20、-40dBに減衰するのに要する時間

感 度：20log (エコー波振幅/駆動パルス振幅)

中心周波数： $(f_1 + f_2) / 2$

$f_1, f_2$  は-6dBの周波数

比 帯 域： $((f_2 - f_1) / f_c) \times 100$

$f_c$  は中心周波数

状を揃えた球状アルミナ粉を採用しているので、材質をほぼ均一に形成でき、またエポキシ樹脂と混合した際粘性が低いので、混合、脱泡が十分に行われ、注型の際に気泡が閉じ込められることなく注型後球状アルミナ粉が沈降しながら硬化する。従って、比重が高く、超音波伝達速度も高い第1音響整合層が得られ、比重と超音波伝達速度の積で求められる音響インピーダンスは $11 \sim 13 \times 10^6 \text{ kg/m}^2 \cdot \text{s}$ となり、広帯域で中心周波数の両側にはほぼ対称的なスペクトラム特性が得られ、安定した超音波プローブ特性を実現できる。また前記の如くエポキシ樹脂と球状アルミナ粉との混合物は、粘性が低いために混合が容易で脱泡が積極的に行われ、注型時脱泡操作する必要がないので、第1音響整合層の製作作業能率が向上する。

#### 4. 図面の簡単な説明

第1図は超音波プローブの断面図、第2図は従来の超音波プローブヘッドの周波数スペクトラム形状を示す図、第3図は本発明の超音波プローブヘッド部材に用いる球状アルミナ粉の粒度分布を

上記表1に示す各々の特性値に関しては、エコー波形の振幅の-20dB、-40dBに減衰するのに要する時間及び感度は従来と変らない値であるが、周波数スペクトラム特性における比帯域は2~3%程大きく、改善されている。またサンプル毎の各特性値のばらつきは小さく、安定していることが判り、エポキシ樹脂と、最小外接円の直径が15~35 $\mu$ mの範囲で最大内接円と最小外接円の差が5 $\mu$ m以下である真円度の高い球状アルミナ粉を25~15wt% : 75~85wt%の割合で混合してなる第1音響整合層は、超音波プローブ特性の向上、安定性にも寄与していることが明らかである。

尚、前記の第1音響整合層の製作において、シリコンゴム型に注型後遠心分離を施してから厚さを調整すると、音響インピーダンスが上がり、超音波プローブの特性をより向上させることが可能である。

(発明の効果)

以上の通り本発明の超音波プローブのヘッド部材は、第1音響整合層にフィラーとして粒径、形

示す図、第4図は本発明における第1音響整合層の作成方法を示す図、第5図a, bはその第1音響整合層の上部と下部の断面組織を示す走査型電子顕微鏡写真、第6図はその第1音響整合層を備えた超音波プローブのエコー波形を示す図、第7図は周波数スペクトラム特性の代表的な例を示す図である。

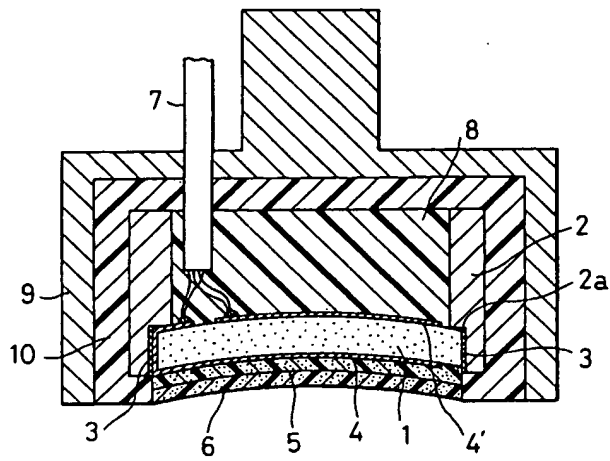
- 1…圧電振動子                      2…リング状内ケース
- 5…第1音響整合層                  6…第2音響整合層
- 7…同軸ケーブル                  8…バックング層
- 9…金属(アルミニウム)製外ケース
- 10…エポキシ接着剤

出 願 人    東芝セラミックス株式会社

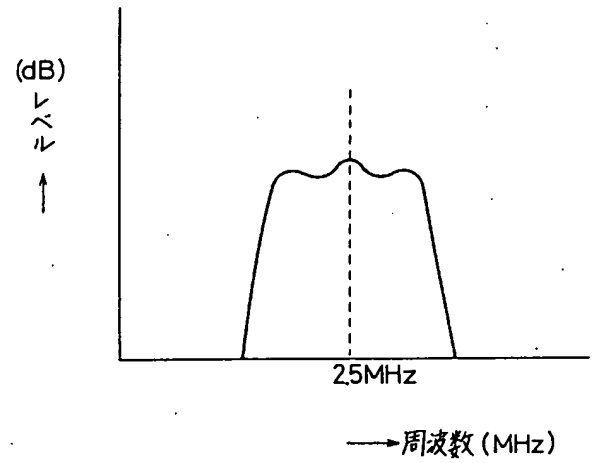
代 理 人    弁理士    高    雄次郎

登録  
理士  
印

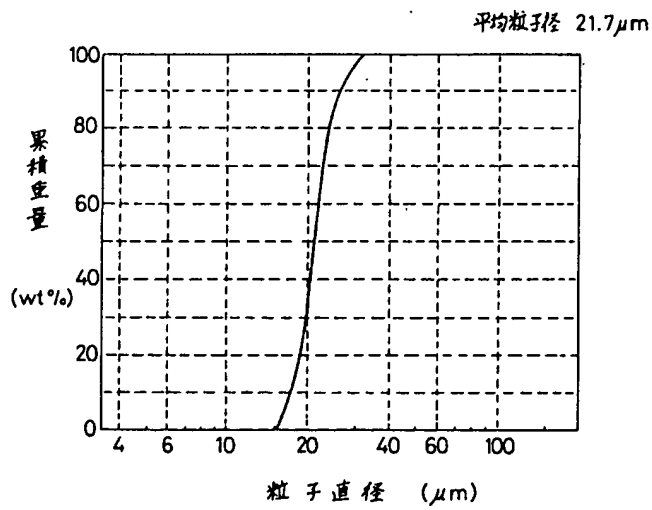
第 1 図



第 2 図



第 3 図



第 4 図

